

# Les composantes du rendement de l'arachide

L'arachide est une production importante des régions soudano-sahéliennes. Malgré l'amélioration des techniques de production, les rendements obtenus en milieu paysan sont restés très variables. L'explication de cette variabilité apparaît nécessaire pour proposer une amélioration des itinéraires techniques et augmenter les rendements. Cette recherche est cependant complexe, étant donné la multiplicité des facteurs entrant en jeu dans l'élaboration de la production d'une parcelle.

## Concept de l'élaboration du rendement

La recherche de l'élaboration du rendement a été abordée sur d'autres espèces végétales : le blé (MEYNARD *et al.*, 1988) ; le maïs (NAVARRO, 1984) ; le pois (DUCHENE *et al.*, 1993). L'effet d'un facteur est étudié sur des indicateurs du fonctionnement du peuplement végétal — en rapport avec la formation ou la croissance des différents organes sur la plante, au moment de l'intervention de ce facteur — mais pas directement sur le rendement.

Ces indicateurs peuvent être des composantes du rendement formées successivement au cours du temps. Par exemple, le rendement du maïs est décomposé en nombre de pieds par mètre carré, en nombre de grains par pied et en poids moyen d'un grain. Une contrainte affectant le nombre de grains

par pied sera jugée par rapport à cette composante et de là sur le rendement, sans interférence avec les conditions de milieu postérieures à la mise en place des grains, notamment le remplissage.

Une méthode d'analyse du rendement en composantes a été proposée par FLEURY (1990) et constitue une clé d'interprétation de la variabilité du rendement en céréales. Le transfert de cette méthode à l'arachide est possible moyennant certains ajustements.

## Les composantes du rendement

Une décomposition du rendement est proposée pour l'arachide, puis une méthode d'analyse des composantes est étudiée en parcelles paysannes.

## Les phases de mise en place du rendement

Au niveau des organes reproducteurs, on distingue la phase de fécondation dont la floraison est un indicateur, l'apparition et la pénétration sous terre du gynophore (organe formé par l'allongement de la base de l'ovaire), la croissance de l'extrémité du gynophore et son évolution en gousses après pénétration dans le sol.

Trois phases sont identifiées au niveau de la graine (LE DEUNFF, 1988). Une première phase de faible croissance correspond à la multiplication cellulaire ; ensuite une phase de croissance rapide est identifiée puis une phase de déshydratation. Le nombre de cellules de la graine est défini au cours de la première phase. Il détermine la vitesse de croissance de la graine durant la deuxième phase et par conséquent sa biomasse finale. La deuxième phase correspond à l'acquisition

---

P. CATTAN  
CIRAD-CA, 01 BP 596,  
Ouagadougou 01,  
Burkina

---



proprement dite du poids de la graine, le poids final (par rapport au potentiel) étant fonction des conditions de milieu. Lorsque les graines ont commencé leur phase de croissance rapide, les risques d'avortement sont faibles à nuls (NEY *et al.*, 1993 ; MUNIER-JOLAIN, 1994).

Les étapes de développement de l'organe reproducteur déterminent les phases de mise en place de la production à l'échelle de la plante entière. La croissance de l'arachide étant indéterminée, la croissance de l'appareil végétatif se poursuit en même temps que celle de l'appareil reproducteur. Les organes reproducteurs ne se développent pas simultanément sur l'ensemble de la plante, leurs différentes phases d'apparition et de croissance peuvent se superposer. Les caractéristiques — périodes d'élaboration des composantes du rendement — de la variété CN 94 C de type Spanish (90 jours de cycle) sont illustrées sur la figure 1.

## Recoupement et durée des différentes phases

La décomposition simple du rendement en nombre de graines et en poids moyen d'une graine n'est pas suffisante dans le cas de l'arachide. D'une part, il y a un chevauchement important des périodes d'élaboration de ces deux composantes (figure 1). D'autre part, la fin de la période d'élaboration du nombre de graines varie beaucoup, en fonction des conditions de culture, et arrive parfois très près de la récolte. La formation de cette composante couvre donc une période trop longue pour mettre en évidence l'effet d'un facteur particulier.

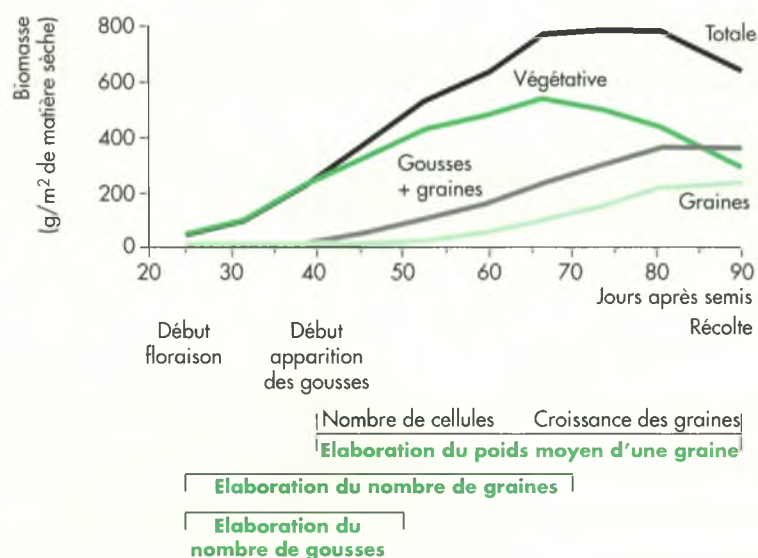


Figure 1. Phases de croissance et de développement d'une arachide de type spanish (CN 94 C).

Néanmoins, une période charnière a été identifiée au cours de diverses expérimentations (CATTAN, 1996), elle coïncide avec le début de la phase de croissance rapide des graines, vers 50-55 jours après semis. A partir de cette date, le nombre de gousses est peu modifié par les conditions de croissance. La composante nombre de gousses est donc représentative des conditions de croissance et de développement entre la floraison et le début de croissance des graines.

## Décomposition du rendement

D'après les observations précédentes, la composante du rendement nombre de gousses est importante et doit être prise en compte. La décomposition du rendement suivante est proposée (les dates sont données pour la variété CN 94 C, type spanish, 90 jours de cycle) :

- le nombre de plantes par mètre carré, fixé en grande partie vers 15 jours après semis ;
- le nombre de gousses par pied, composante représentative des conditions de croissance au cours de la première partie du cycle entre le début floraison et 50-55 jours après semis ;
- le nombre de graines par gousses, déterminé au fur et à mesure de l'entrée des graines en phase de croissance rapide sur les plantes. En conditions normales, le nombre de graines n'évolue plus à partir d'environ 70 jours après semis ;
- le poids moyen d'une graine, déterminé dès le début de la formation des gousses. Il évolue pratiquement jusqu'à la récolte.

Récolte manuelle  
(soulevage) au  
Sénégal.  
Cliché R. Schilling



La séparation des phases d'élaboration du rendement n'est pas totale, il faudra en tenir compte dans les interprétations des données de terrain. En effet, la superposition des différentes phases a pour conséquence une incertitude possible quant aux interprétations.

## Les résultats de terrain au Burkina

L'analyse des composantes du rendement a été conduite lors d'une étude multilocale, comprenant 38 essais dans des conditions de culture variées, de 1988 à 1990 au Burkina (CATTAN, 1992). Deux facteurs de stratification du milieu ont été choisis : le type de sol (richesse en éléments minéraux, hydromorphie) et l'alimentation en eau (bilan hydrique).

Pour les parcelles sans engrais, les rendements sont très variables, de 324 à 1 200 kilogrammes par hectare de gousses.

Les valeurs des composantes sont jugées à partir d'une analyse graphique sur le principe des courbes enveloppes. Le tracé de certaines courbes s'appuie sur un modèle de « compétition » (NAVARRO, 1984), qui suppose que le niveau d'une composante peut être limité par un facteur variétal, par l'offre du milieu, ou par le faible niveau des composantes précédentes. Ce type de modèle suppose aussi l'existence d'un synchronisme dans les développements des différents organes reproducteurs, ils sont alors considérés en compétition. Cette condition est suffisamment approchée dans le cas de l'arachide, en raison des vitesses de développement élevées des premiers organes reproducteurs formés.

## Le nombre de gousses est-il limitant ?

Cette variable est appréciée par rapport à la densité de peuplement (figure 2). La courbe enveloppe est construite de la façon suivante :

- la courbe d'isoproduction du nombre de gousses par mètre carré est tracée, passant par la production la plus élevée, elle représente l'offre maximale du milieu ;
- la courbe de production maximale de gousses par pied (mesurée sur les parcelles) est tracée, elle représente le facteur variétal.

## Facteurs du milieu relatifs aux expérimentations de 1988 à 1990 au Burkina

### Les types de sol

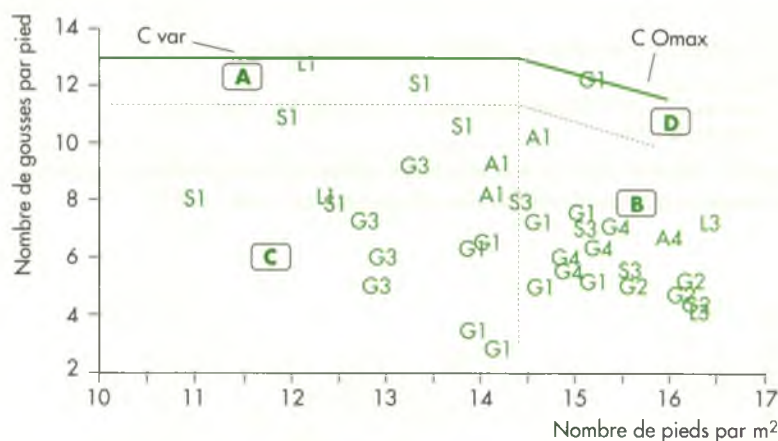
En fonction de leur localisation dans la toposéquence, 4 types de sols sont distingués, puis identifiés par leur texture :

- G, sols sablo-gravillonnaires localisés en haut de la toposéquence, caractérisés par une faible réserve en eau et pauvres en éléments minéraux ;
- S, sols sablo-limoneux, localisés en milieu de toposéquence, moyennement riches en éléments minéraux et sensibles à la battance ;
- L, sols limono-argileux hydromorphes, localisés en bas de la toposéquence, moyennement dotés en éléments minéraux ;
- A, sols argileux hydromorphes, localisés en bas de la toposéquence, et mieux structurés que les sols limoneux et bien pourvus en éléments minéraux.

### Bilan hydrique

Les bilans hydriques ont été calculés à partir des données pluviométriques pour chaque zone et chaque année et pour 2 valeurs de réserve en eau des sols (50 et 100 millimètres) correspondant respectivement aux sols gravillonnaires et autres types de sols. On distingue 4 types de situation :

- type 1, pas de stress ;
- type 2, stress entre 65 et 90 jours après semis ;
- type 3, stress entre 80 et 90 jours après semis ;
- type 4, stress sur tout le cycle.



Le libellé des points est constitué d'une lettre représentant le type de sol et d'un chiffre représentant le type de stress hydrique mis en évidence sur la parcelle (cf. encadré). Toutes les combinaisons entre les types de sol et de stress ne sont pas représentées.

Sols

A : argileux ; L : limoneux ; S : sableux ; G : gravillonnaire

Stress hydrique

1 : absence ; 2 : 65-90 jours après semis ; 3 : 80-90 jours après semis ; 4 : sur tout le cycle

A, B, C, D : zones de diagnostic

C var : courbe limite relative à un facteur variétal ;

C Omax : courbe limite relative à l'offre du milieu.

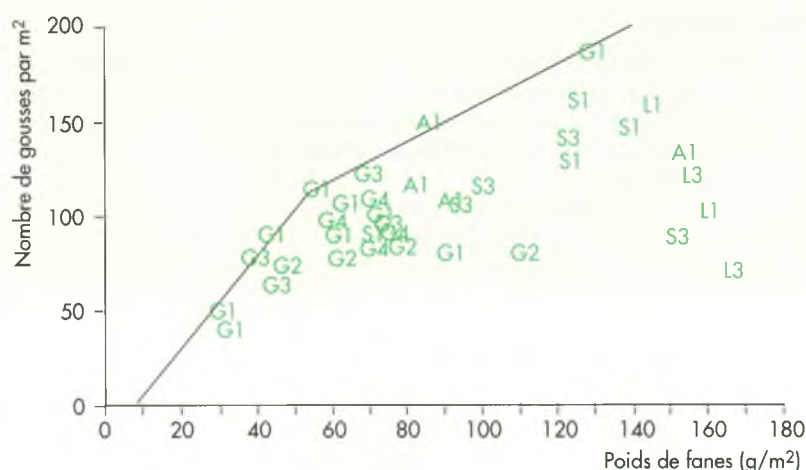
Figure 2. Relation entre la densité de peuplement et le nombre de gousses par pied et définition des zones de diagnostic.



A l'aide de ces deux courbes, on peut effectuer un diagnostic de la production :

- limitation en raison d'un faible nombre de pieds par mètre carré (zone A), alors que le potentiel variétal est atteint ;
- limitation par le faible nombre de gousses par pied (zone B) ;
- limitation par le faible niveau de ces deux composantes (zone C) ;
- pas de limitation due au niveau des composantes, celui-ci étant satisfaisant (zone D).

D'après ce schéma (figure 2), la densité de peuplement est un facteur limitant pour environ la moitié des parcelles prises en compte. La production est limitée par le nombre de gousses par pied dans la majorité des cas, à



Sols  
A : argileux ; L : limoneux ; S : sableux ; G : gravillonnaire

Stress hydrique

1 : absence ; 2 : 65-90 jours après semis ; 3 : 80-90 jours après semis ;  
4 : sur tout le cycle

Figure 3. Relation entre la production de matière sèche végétative en grammes par mètre carré (fanés) et le nombre de gousses par mètre carré.

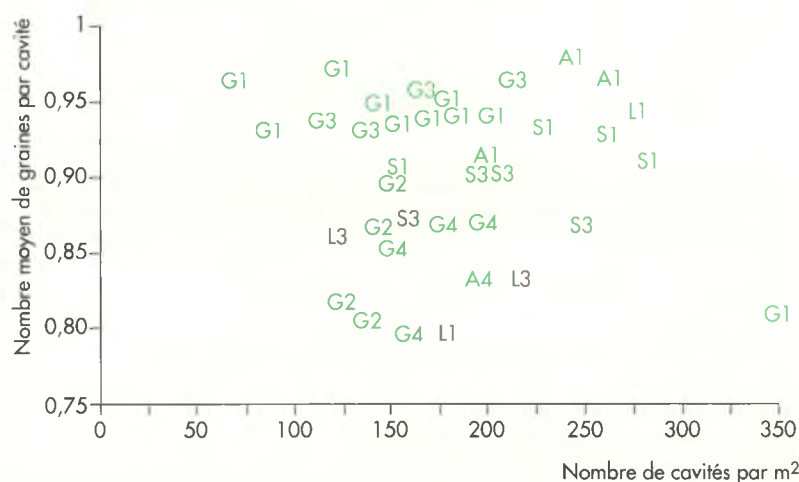


Figure 4. Relation entre le nombre de cavités des gousses par mètre carré et le nombre moyen de graines par cavité.

l'exception de trois points proches de la courbe enveloppe. Le nombre de gousses par pied, déterminé au cours des 50 premiers jours de végétation, est particulièrement faible dans les situations de sols gravillonnaires ; indépendamment du facteur hydrique, il serait affecté par la pauvreté chimique de ces sols.

Le nombre de gousses s'élaborant à la même période que la biomasse végétative, il est intéressant d'observer le rapport entre ces deux variables et de voir si la production de gousses peut être expliquée par l'action de facteurs affectant la croissance de la plante en général, ou si elle résulte de l'intervention de facteurs particuliers.

La relation entre le nombre de gousses et la production de fanés, d'après l'étude multilocale, est représentée par une courbe enveloppe (figure 3). La production de fanés est peu élevée dans les sols gravillonnaires, qui constituent une contrainte à l'alimentation des plantes.

Sur les parcelles à sols limono-argileux, le nombre de gousses est faible dans trois cas sur quatre, alors que les poids de fanés correspondants sont les plus élevés. Sur ces sols, l'engorgement fréquent au cours du mois d'août (mois le plus pluvieux) peut pénaliser le développement des gousses.

## Le nombre de graines est-il limitant ?

Ce paramètre est apprécié par rapport au nombre de graines potentiel, lui-même estimé par le nombre de cavités des gousses par mètre carré (figure 4). L'opposition entre les sols gravillonnaires et d'autres types de sol s'observe pour le nombre de cavités par mètre carré qui découle du nombre de gousses. Sur les sols gravillonnaires, s'il y a un déficit hydrique entre 65 et 90 jours après semis ou au cours de l'ensemble du cycle, le nombre moyen de graines par cavité est limité. Cet effet s'observe aussi sur un sol argileux pour l'unique cas de stress important (type 4).

En revanche, les stress hydriques de fin de cycle sur ces sols gravillonnaires (G3) n'influent pas sur le taux de remplissage, en accord avec la période de formation de cette composante. Sur les parcelles où la production du nombre de gousses est faible par rapport à la production de fanés, le remplissage est insuffisant (points en grisé sur la figure 4).

## Le poids d'une graine est-il limitant ?

La biomasse d'une graine dépendra, d'une part, de sa vitesse potentielle de croissance, déterminée durant la formation des gousses et elle résultera d'autre part, de sa croissance qui est fonction des relations de compétition avec les autres graines, par rapport à l'offre du milieu durant cette période.

Les courbes enveloppes ont été tracées pour le nombre de graines par mètre carré et pour le poids moyen d'une graine. Le nombre de graines apparaît limitant dans la majorité des cas, seule l'absence de stress permet d'obtenir des résultats proches de la « courbe enveloppe ». Les parcelles, où un stress hydrique est apparu à un moment du cycle de la culture, se situent dans la zone où les deux composantes sont limitantes. On retrouve également dans cette zone les parcelles à fort déséquilibre entre le nombre de gousses et la production de fanes (grisé, figure 5). Pour les sols gravillonnaires, le nombre de graines est limitant en liaison avec le faible nombre de gousses produit sur ces terrains.



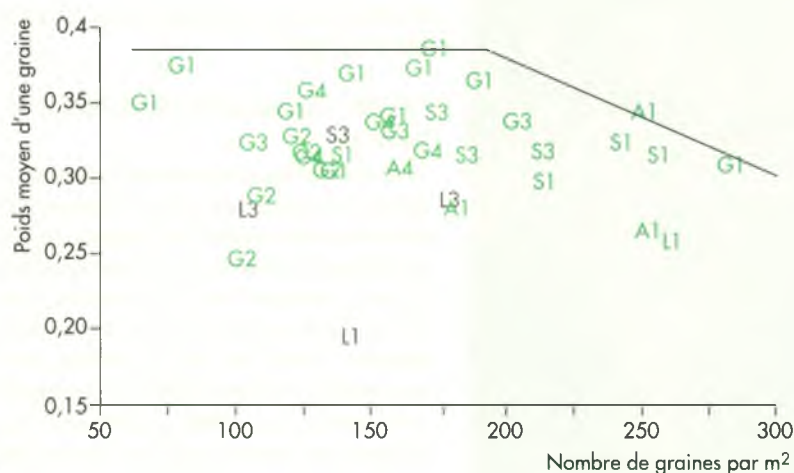
Triage manuel  
des graines  
destinées au marché  
de l'arachide  
de confiserie  
(Sénégal).

Cliché P. Dimanche

## Intérêt et perspectives de recherche

Les cultures ont été comparées en termes de fonctionnement pour la mise en place des composantes au cours du temps. On a pu identifier les périodes de limitation de la production, ainsi que les facteurs en cause. Ainsi, la décomposition du rendement de l'arachide tient compte de l'élaboration du rendement sur la plante. Cependant, certains points sont difficiles à interpréter, comme le poids moyen d'une graine.

L'étude multilocale a montré les aspects limitants de l'offre sur les sols gravillonnaires. Les sols argilo-limoneux induisent une limitation de la production dès la formation des gousses, peut-être à cause de l'engorgement, en diminuant le nombre de gousses formées, leur remplissage ainsi que le poids moyen des graines. Les sols les plus propices à la culture sont les sols sablo-limoneux, malgré leur sensibilité à la battance. L'incidence des stress hydriques peut être précisée ; on note un effet sur le nombre de graines ainsi que sur leur poids moyen. Cette étude souligne la diversité des facteurs limitants du rendement en fonction des situations, dont il faut tenir compte dans les projets de vulgarisation technique.



**Sols**  
A : argileux ; L : limoneux ; S : sableux ; G : gravillonnaire  
**Stress hydrique**  
1 : absence ; 2 : 65-90 jours après semis ; 3 : 80-90 jours après semis ;  
4 : sur tout le cycle

Figure 5. Relation entre le nombre de graines par mètre carré et le poids moyen d'une graine.



## Bibliographie

CATTAN P., 1992. Efficacité de la fertilisation phosphatée de l'arachide et du sorgho au Burkina et l'utilisation des phosphates locaux. *Oléagineux* 47 (4) : 171-179.

CATTAN P., 1996. Contribution à la connaissance du fonctionnement d'un peuplement d'arachide (*Arachis hypogaea* L.) : proposition d'un schéma d'élaboration du rendement. Thèse de doctorat, INA-PG, Paris, France, 176 p.

DUCHENE E., GAILLARD B., BUCHETON P., 1993. Le diagnostic du rendement du pois : observer pour progresser. *Perspectives agricoles* 179 : 74-79.

FLEURY A., 1990. Méthodologie de l'analyse de l'élaboration du rendement. *Physiologie et production du maïs, AGPM et INRA* (éditeurs), France, p. 279-290.

LE DEUNFF Y., 1988. Accumulation de matière sèche chez le pois et sa modélisation. *Plant Physiol. Biochem.* 26 : 377-382.

MEYNARD J.-M., RIBEYRE C., BOUDON O., LAURENT E., 1988. Pour mieux connaître les variétés de blé : analyser l'élaboration du rendement. *Perspectives agricoles* 131 : 17-24.

MUNIER-JOLAIN N., 1994. Etude de la croissance des graines chez le soja de type indéterminé (*Glycine max*. L. Merrill cv Maple Arrow). Thèse de doctorat, INA-PG, Paris, France, 93 p.

NAVARRO GARZA H., 1984. L'analyse des composantes du rendement du maïs. Application à l'étude de la variabilité du rendement dans une petite région. Thèse de doctorat, INA-PG, Paris, France, 238 p.

NEY B., DUTHION C., FONTAINE E., 1993. Timing of reproductive abortions in relation to cell division, water content and growth of pea seeds. *Crop Sci.* 33 : 267-270.

## Résumé... Abstract... Resumen

P. CATTAN — **Les composantes du rendement de l'arachide.**

Les phases d'élaboration du rendement sont identifiées, puis étudiées en parcelles paysannes. La croissance de l'arachide étant indéterminée, différentes périodes se superposent. Une période clé est mise en évidence au début de la phase de croissance rapide des graines, vers 50 à 55 jours après semis ; à partir de cette date, le nombre de gousses est peu modifié et représente bien la phase entre la floraison et le début de croissance des graines. Les composantes du rendement sont : le nombre de plantes par mètre carré, le nombre de gousses par pied, le nombre de graines par gousse et le poids moyen d'une graine. Les données de terrain permettent d'apprécier la sensibilité des composantes à divers facteurs limitants (eau, nutrition minérale, densité de peuplement...).

Mots-clés : arachide, rendement, composante, gousse, graine, peuplement, physiologie, Burkina.

P. CATTAN — **The Components of Groundnut Yield.**

The phases of yield generation have been identified, then studied in farm plots. The growth of groundnut is indeterminate and different periods overlap. A key period was revealed at the beginning of the phase of rapid seed growth, around 50-55 days after sowing. The number of pods changes little after this time, which represents the phase between flowering and the start of seed growth. The components of yield were : the number of plants per square meter, the number of pods per plant, the number of seeds per pod, and the average weight of the seeds. Field data have enabled appreciation of the sensitivity of components to various limiting factors (water, mineral nutrition, plant density, etc.).

Keywords: groundnut, yield, component, pod, seed, density, physiology, Burkina.

P. CATTAN — **Los componentes del rendimiento del cacahuete.**

Se identifican las fases de elaboración del rendimiento y se estudian en parcelas rurales. Como el crecimiento del cacahuete es indeterminado, se superponen diferentes periodos. Se pone de relieve un periodo clave al principio de la fase de crecimiento rápido de las semillas, entre 50 y 55 días después de la siembra. A partir de ese momento, el número de vainas se modifica poco y representa bien la fase entre la floración y el comienzo del crecimiento de las semillas. Los componentes del rendimiento son : número de plantas por metro cuadrado, número de vainas por pie, número de semillas por vaina y peso medio de una semilla. Los datos de terreno permiten apreciar la sensibilidad de los componentes a los diversos factores limitantes (agua, nutrición mineral, densidad de población, etc.).

Palabras clave : cacahuete, rendimiento, componente, vaina, semilla, población, fisiología, Burkina.



Semences décortiquées ensachées avant stockage en magasin réfrigéré (Sénégal).

Cliché P. Thomas